



Co-funded by  
the European Union

# Tecnologia laser e Applicazioni mediche



**BIOS4YOU**  
**AR 2.0**

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS  
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY

Project Number: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000126516

"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them."





## Sommario

- Introduzione
- informazioni generali
- Specifiche pedagogiche
- Specifiche tecniche





Co-funded by  
the European Union



Project Number: 2023-I-DE03-KA220-SCH-000126516

"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them."



# Introduzione

Questo documento descrive l'esercitazione di Realtà Aumentata (AR) intitolata "Tecnologia laser e applicazioni mediche", progettata per studenti di età compresa tra 17 e 19 anni nell'ambito del progetto europeo BioS4You 2.0 (Pacchetto di lavoro 3: Esercitazioni di AR).

Lo scopo di questo esercizio è aiutare gli studenti a comprendere come la luce laser viene generata tramite emissione stimolata e come viene applicata nei trattamenti medici, collegando la fisica (meccanica quantistica, livelli energetici atomici), la chimica (proprietà dei materiali) e la medicina (applicazioni cliniche del laser).

Questo documento segue il modello standard di esercizi AR di BioS4You ed è organizzato nelle seguenti sezioni:

Informazioni generali: titolo, autori, pubblico di riferimento, durata, parole chiave e argomenti

Specifiche pedagogiche: obiettivi di apprendimento, metodologia, integrazione con il curriculum

Specifiche tecniche: hardware, software, progettazione dell'esperienza AR

L'esercizio è stato sviluppato utilizzando l'approccio 3E (Esplora - Esegui - Migliora), incoraggiando gli studenti a esplorare i meccanismi laser passo dopo passo attraverso scene interattive in realtà aumentata che mostrano l'eccitazione atomica, l'emissione stimolata, le cavità ottiche e le applicazioni mediche.

| Informazioni generali |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nome dell'esercizio:  | <b>Tecnologia laser e applicazioni mediche</b><br>Dall'eccitazione atomica alla luce medica: comprendere l'emissione stimolata e i laser clinici<br><br>Il titolo riflette sia i principi fisici che le applicazioni pratiche della tecnologia laser. "Tecnologia laser e applicazioni mediche" sottolinea la duplice attenzione alla fisica fondamentale e all'uso clinico, mentre il sottotitolo "Dall'eccitazione atomica alla luce medica" evidenzia il percorso dalla meccanica quantistica (livelli energetici atomici) alle applicazioni pratiche in ambito sanitario attraverso l'emissione stimolata e la generazione di luce coerente. |





Descrizione di gli  
esercizi:

Il corso "Tecnologia laser e applicazioni mediche" è pensato per studenti dai 17 ai 19 anni e si propone di esplorare i principi fondamentali della generazione laser e delle sue applicazioni in campo medico attraverso la realtà aumentata. L'obiettivo principale è aiutare gli studenti a comprendere come viene prodotta la luce coerente tramite emissione stimolata e come i diversi tipi di laser (CO<sub>2</sub>, Argon, Nd:YAG) vengono utilizzati nei trattamenti clinici.

Gli studenti:

- Comprendere i sistemi atomici a tre livelli e l'inversione di popolazione
- Visualizzare l'emissione stimolata e l'amplificazione dei fotoni
- Esplora la progettazione di cavità ottiche con specchi
- Scopri le applicazioni del laser in ambito medico (chirurgia, dermatologia, oftalmologia).

L'esperienza di realtà aumentata utilizza Delightex Studio – Spaces (Marker) con 5 scene sequenziali e 6 quiz integrati.

Partecipanti:

L'esercizio è adatto sia a singoli studenti che a piccoli gruppi di 3-5 persone. Il lavoro di gruppo è consigliato per stimolare la discussione sulle transizioni atomiche, confrontare le osservazioni sui processi di emissione stimolata e sviluppare capacità di risoluzione collaborativa dei problemi nell'analisi delle applicazioni dei laser in ambito medico.

Fascia d'età dei  
partecipanti:

Gli studenti devono possedere una conoscenza di base di fisica e chimica, in particolare dei concetti di energia, radiazione elettromagnetica, struttura atomica e interazione luce-materia. Una conoscenza pregressa dei principi fondamentali della meccanica quantistica (livelli energetici, fotoni) è consigliata ma non obbligatoria.

Materia STEM e  
argomento  
specifico:

Materie STEM: Fisica, Chimica, Medicina, Ingegneria

Argomento specifico: Fisica dei laser, emissione stimolata, sistemi atomici a tre livelli, cavità ottiche, luce coerente, applicazioni dei laser in medicina.

La principale sfida dell'argomento:

Gli studenti spesso faticano a comprendere la differenza tra emissione stimolata ed emissione spontanea, perché sia necessaria l'inversione di popolazione e come la luce coerente consenta procedure mediche precise. La visualizzazione in





## Processo di gamificazione:

realtà aumentata (AR) aiuta a collegare questi concetti astratti con applicazioni mediche concrete.

La strategia di gamification segue le linee guida del WP2 di BioS4YOU, concentrandosi sull'apprendimento basato sulle sfide e sul feedback immediato tramite Delightex Studio.

### Apprendimento basato sulle sfide:

Gli studenti seguono il percorso che va dall'eccitazione atomica alle applicazioni mediche. Ogni scena presenta un quiz a cui è necessario rispondere correttamente per passare alla fase successiva, creando un percorso di apprendimento progressivo.

### Feedback immediato:

Delightex fornisce un feedback visivo immediato quando gli studenti rispondono alle domande del quiz. Le risposte corrette sbloccano il pulsante AVANTI e fanno avanzare la storia, mentre le risposte errate inducono gli studenti a riconsiderare i principi fisici coinvolti.

### Sblocco degli obiettivi:

La scena 5 richiede il completamento di tutti e tre i quiz di ammissione alla facoltà di medicina per ricevere il messaggio finale di congratulazioni, che offre un senso di realizzazione e di padronanza.

## Descrizione scritta o grafica delle informazioni aumentate:

L'esperienza di realtà aumentata è sviluppata in Delightex Studio – Spaces (Marker) e comprende:

### Scena 1: Titolo e introduzione

Titolo "Tecnologia laser e applicazioni mediche" con pulsante AVVIA

### Scena 2: Sistema atomico a tre livelli

Diagramma che mostra i livelli E1, E2 (metastabile), E3 con radiazione di pompaggio e inversione di popolazione

Quiz: Funzione del livello metastabile E2

### Scena 3: Emissione stimolata

Sequenza Prima/Durante/Dopo che mostra l'attivazione di fotoni identici (stessa frequenza, fase, direzione) da parte di un fotone.

Quiz: Cosa rende coerente la luce laser?





Strumenti esterni  
(o aggiuntivi)  
necessari

Collegamenti (video,  
immagini, testo  
online e così via).

#### Scena 4: Cavità laser

Cavità ottica con riflettore totale, mezzo attivo, riflettore parziale (accoppiatore di uscita), sorgente di pompaggio

Quiz: Perché servono due specchi?

#### Scena 5: Applicazioni mediche

Tre quiz su:

- Profondità di penetrazione nei tessuti (CO<sub>2</sub>, Argon, Nd:YAG)
- Applicazioni del laser a CO<sub>2</sub>
- Terapia fotodinamica (PDT)

Messaggio finale di congratulazioni dopo aver completato tutti i quiz.

- Dispositivi: Smartphone o tablet con l'app Delightex installata (iOS o Android)
- Marcatori AR: Obbligatori; Delightex Studio – Spaces (Marker) utilizza la realtà aumentata basata su marcatori. Gli studenti scansionano il marcatore fornito per avviare l'esperienza AR.
- Fogli di lavoro stampati: Facoltativi per prendere appunti durante l'esplorazione in realtà aumentata
- Connessione a Internet: necessaria per il download iniziale dell'app e il caricamento dei contenuti AR.

#### QUIZ

I quiz sono integrati nativamente in Delightex Studio (scene 2-5) e non richiedono collegamenti esterni. Gli studenti rispondono direttamente all'interno dell'esperienza di realtà aumentata, ricevendo un feedback automatico.





# Specifiche pedagogiche

Qui raccoglieremo informazioni su come utilizzare l'esercizio nell'apprendimento e i risultati e i benefici derivanti dal suo utilizzo, da una prospettiva pedagogica.

## Come si possono utilizzare queste informazioni aggiuntive per affrontare un argomento STEAM in modo più interessante per gli

L'esercizio di realtà aumentata trasforma concetti astratti di meccanica quantistica in esperienze visive e interattive che gli studenti possono esplorare in tempo reale. Visualizzando gli elettroni in transizione tra i livelli energetici, osservando la moltiplicazione dei fotoni durante l'emissione stimolata, osservando la propagazione coerente della luce all'interno delle cavità ottiche e creando collegamenti diretti con dispositivi medici reali, gli studenti colmano il divario tra fisica teorica e applicazioni cliniche. La natura immersiva della realtà aumentata consente agli studenti di manipolare e osservare processi quantistici invisibili, rendendo la fisica laser tangibile e coinvolgente e dimostrando al contempo le connessioni interdisciplinari tra fisica, chimica e medicina.

## studenti?

## Quali obiettivi pedagogici vengono perseguiti attraverso questo scenario?

L'esercizio affronta molteplici obiettivi pedagogici in diversi ambiti di apprendimento. Gli studenti sviluppano la comprensione dei sistemi atomici a tre livelli, degli stati metastabili e della differenza fondamentale tra emissione stimolata ed emissione spontanea. Imparano a descrivere la funzione della cavità ottica e a identificare i tipi di laser medicali con le loro applicazioni cliniche. Attraverso la visualizzazione AR, gli studenti collegano la fisica su scala atomica a dispositivi medici macroscopici, analizzano le relazioni causa-effetto nella generazione laser e valutano le scelte laser appropriate per diverse procedure mediche. A livello di competenza, l'esercizio sviluppa il ragionamento scientifico sull'interazione luce-materia e il pensiero critico sulla sicurezza e l'efficacia del laser medico in ambito sanitario.





### Quali risultati ci si aspetta di ottenere con il suo utilizzo?

Ci si aspetta che gli studenti spieghino perché l'inversione di popolazione è necessaria per il funzionamento del laser, descrivano il ruolo degli stati metastabili nei sistemi a tre livelli, comprendano come l'emissione stimolata produce luce coerente e abbinino diversi tipi di laser (CO<sub>2</sub>, Argon, Nd: YAG) ad applicazioni mediche appropriate in base alla lunghezza d'onda e alle proprietà di penetrazione dei tessuti. La valutazione di questi risultati di apprendimento include il completamento con successo di tutti e sei i quiz durante l'esperienza di realtà aumentata, la comprovata capacità di disegnare ed etichettare diagrammi energetici a tre livelli, la spiegazione corretta del processo di emissione stimolata e la selezione appropriata dei tipi di laser per scenari clinici specifici.

### Quali benefici ci si aspetta di ottenere dal suo utilizzo?

L'esercizio fornisce una visualizzazione migliorata dei fenomeni quantistici che non possono essere osservati direttamente, aumentando il coinvolgimento degli studenti attraverso la tecnologia AR interattiva e fornendo al contempo un feedback immediato che supporta l'apprendimento autonomo. Gli elementi di gamification mantengono la motivazione durante tutta l'esperienza. Da una prospettiva interdisciplinare, l'esercizio integra fisica (meccanica quantistica), chimica (materiali) e medicina (applicazioni), fornendo un contesto del mondo reale che dimostra la rilevanza STEM nell'assistenza sanitaria e collega la scienza teorica con la pratica clinica. I vantaggi a lungo termine includono la creazione di basi per studi avanzati in fotonica, fisica medica o ingegneria biomedica, lo sviluppo della comprensione dell'uso sicuro del laser in vari contesti professionali e la promozione del pensiero critico sulla selezione della tecnologia in base alle proprietà fisiche.





# Specifiche tecniche

In questa sezione è necessario specificare se l'esercizio è stato progettato per essere realizzato con la tecnologia AR. Questa parte è fondamentale per il processo di traduzione. Si prega di includere il testo, il testo audio e tutto il materiale necessario.

## INFORMAZIONI AR

### Tecnologia

<https://edu.delightex.com/YKC-KUE>



### Delightex Studio – Spazi (Marcatore)

L'esercizio è progettato per essere implementato interamente con la Realtà Aumentata. Utilizza la Realtà Aumentata basata su marcatori, poiché Delightex Studio – Spaces (Marker) richiede agli studenti di scansionare un marcatore stampato per avviare l'esperienza di Realtà Aumentata e visualizzare le scene di fisica laser sullo schermo del proprio dispositivo.

### Se è necessario un marcatore, descrizione del marcatore

Per Delightex Studio – Spaces è necessario un marcatore specifico (Marker). Il marcatore è un'immagine o un motivo stampato che gli studenti scansiano con la fotocamera del proprio smartphone o tablet per avviare l'esperienza di realtà aumentata. Il marcatore può essere un'immagine personalizzata relativa alla tecnologia laser (come il simbolo di un raggio laser o un diagramma atomico) oppure un modello standard in stile QR fornito da Delightex.





#### Hardware e software necessari:

- Hardware: Smartphone o tablet con fotocamera e connessione internet. Sono necessari giroscopio e accelerometro (standard nella maggior parte dei dispositivi moderni).
- Software: app Delightex (gratuita, disponibile per Android e iOS). Gli insegnanti necessitano di un account Delightex per scopi didattici per accedere e condividere il progetto AR.
- Altro: Pennarello stampato per ogni studente o gruppo

#### Tipo di dati aumentati

L'esperienza di realtà aumentata integra diverse tipologie di contenuti:

- Testo 3D (titolo "Tecnologia laser e applicazioni mediche", etichette della scena, domande del quiz)
- Immagini (diagramma energetico a tre livelli, sequenza di emissione stimolata, diagramma della cavità ottica)
- Pulsanti interattivi (pulsanti START, NEXT, QUIZ)
- Sovrapposizioni di testo (messaggi esplicativi su pompaggio, emissioni, cavità)
- Interfaccia del quiz (domande a risposta multipla con feedback automatico)

#### Descrizione scritta dei dati AR

Quando gli studenti aprono l'esercizio con l'app Delightex e scansionano il marcatore, iniziano con la Scena 1 che mostra il titolo "Tecnologia laser e applicazioni mediche" come testo 3D. Toccando INIZIA si passa alla Scena 2 che mostra il diagramma del sistema atomico a tre livelli con i livelli energetici E1, E2 (metastabile) ed E3. Gli studenti vedono la radiazione di pompaggio (freccie gialle) eccitare gli elettroni da E1 a E3, seguita da un rapido decadimento al livello metastabile E2, creando un'inversione di popolazione. Un quiz chiede informazioni sulla funzione di E2 prima di abilitare AVANTI.

La scena 3 mostra il processo di emissione stimolata in tre fasi: Prima (elettrone in E2, arrivo del fotone incidente), Durante (transizione elettronica  $E2 \rightarrow E1$ ), Dopo (emissione di due fotoni identici con la stessa frequenza e direzione). Il quiz verte su coerenza e direzionalità.

La scena 4 mostra la cavità ottica con specchio a riflessione totale, mezzo laser attivo, riflettore parziale (accoppiatore di





### Se l'immagine

uscita) e sorgente di pompaggio. Gli studenti visualizzano i fotoni che rimbalzano tra gli specchi, amplificando l'emissione stimolata fino a quando il fascio coerente esce attraverso il riflettore parziale. Il quiz verte sulla funzione degli specchi.

La scena 5 presenta tre quiz consecutivi sulle applicazioni mediche del laser: confronto della profondità di penetrazione nei tessuti (CO<sub>2</sub>, Argon, Nd:YAG), usi del laser CO<sub>2</sub> (trattamento di superficie) e terapia fotodinamica (Argon + farmaco fotosensibilizzante). Completandoli tutti e tre, viene visualizzato un messaggio di congratulazioni.

Se i dati AR sono immagini, i formati richiesti sono .jpg e .png (dimensione preferibile < 2 MB). L'esercizio utilizza più immagini:

- Scena 2: Diagramma energetico a tre livelli (fonte YouTube) che mostra i livelli E1, E2, E3 con frecce di pompaggio e decadimento.
- Scena 3: Diagramma di emissione stimolata prima/durante/dopo (fonte Mathwizurd) con moltiplicazione dei fotoni
- Scena 4: Diagramma della cavità ottica (fonte MEETOPTICS) con specchi, mezzo attivo, sorgente di pompaggio e uscita del raggio laser.

### Se il testo

All'interno di Delightex Studio, brevi messaggi esplicativi vengono visualizzati come sovrapposizioni di testo.

Scena 1: Titolo e sottotitolo

Scena 2: "La radiazione di pompaggio eccita gli elettroni allo stato E3. Questi decadono rapidamente allo stato metastabile E2, creando un'inversione di popolazione".

Scena 3: "Emissione stimolata: i fotoni innescano altri fotoni identici con la stessa frequenza, fase e direzione: questa è l'amplificazione!"

Scena 4: "Gli specchi creano una cavità risonante. I fotoni rimbalzano indietro, amplificando l'emissione stimolata fino a quando non fuoriesce un fascio coerente."

Domande del quiz:

- Qual è la funzione del livello E2 in un laser a tre livelli?





Cosa rende la luce laser coerente e direzionale?

- Perché la cavità laser necessita di due specchi?

Quale laser penetra più in profondità nei tessuti?

- I laser a CO2 sono utilizzati principalmente per:

- La terapia fotodinamica (PDT) utilizza:

Messaggio finale: "Congratulazioni! Hai completato con successo l'esplorazione della luce laser! Ora hai capito come gli atomi generano luce coerente per applicazioni mediche."

Se il video

-

Se audio

-

Se modello 3D

In Delightex Studio è possibile utilizzare modelli 3D in formati compatibili con la piattaforma (.glb, .obj). L'esercizio si basa principalmente sull'utilizzo di elementi di testo 3D per titoli ed etichette. Un'opzione di miglioramento potrebbe includere l'importazione di modelli 3D di dispositivi laser o apparecchiature mediche da librerie compatibili con Delightex.





Co-funded by  
the European Union



# BIOS4YOU AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS  
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY

Project Number: 2023-1-DE03-KA220-SCH-00026516

\*Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.\*